Las matemáticas y el azar

Image Bank

El azar y el destino son intuiciones profundas y de ello trata la Teoría de las probabilidades. En su diálogo mensual con científicos argentinos, **Futuro** conversó esta vez con Pablo Ferrari, un matemático argentino de prestigio internacional que vive desde hace mucho tiempo en Brasil, trabaja en el Instituto de Matemática y Estadística de la Universidad de San Pablo y contó cómo se utilizan las leyes del azar para modelar fenómenos que van desde la bolsa o la propagación de un incendio hasta la intención de voto de una población.

POR LEONARDO MOLEDO

Pablo Ferrari es un matemático argentino que vive desde hace mucho tiempo en Brasil, donde se desempeña como investigador en el Instituto de Matemática y Estadística de la Universidad de San Pablo. Está considerado uno de los máximos especialistas internacionales en su área, y una reciente encuesta hecha en Brasil lo calificó cuarto entre todos los matemáticos de ese país (precedido sólo por gente de mucho más edad que él). Y, dicho sea de paso, primero entre el bastante nutrido grupo de argentinos que la persecución política obligó a radicarse en Brasil.

–Bueno, usted ya vio la introducción elogiosa que hice, así que ahora cuénteme cuál es su especialidad y en qué temas trabaja.

–Trabajo en probabilidad y procesos estocásticos, con perdón de la palabra.

–¿Por qué con perdón?

–Porque no es muy conocida la palabra.

–Y entonces, ¿por qué no me cuenta qué es, y qué son los procesos estocásticos?

–Procesos aleatorios o azarosos, pero que de alguna manera dependen del tiempo. Por ejemplo, tirar una moneda al aire y ver si sale cara o ceca es un proceso estocástico claro. En los libros de probabilidad se dice que un proceso determinístico es cuando, si uno repite las condiciones del experimento, el resultado es el mismo. En cambio, en probabilidades, el resultado es impredecible.

–No parecía tan terrorífico.

–Cierto. No lo es, en realidad.

–¿Y aparte de las monedas?

–Le digo algo más sobre las monedas. Mire, por increíble que parezca, el modelo de las monedas es uno de los modelos más simples que se usan para simular las cotizaciones de la bolsa.

–Parece increíble, en efecto.

–Mire, hay un punto en que una serie de tiradas de moneda se parece a la bolsa. Con la moneda, lo que ocurre es que cada tirada es independiente de las anteriores.

–¿Y en la bolsa?

–En la bolsa, uno puede pensar que cada vez que un inversor decide una operación lo hace por razones que son independientes de las que lo llevaron a la operación anterior. Esto por supuesto es cierto dentro de cientos límites, no vale cuando hay pánico, o corridas.

–Pero en la bolsa hay una tendencia general.

–Sí. Hay una tendencia general, pero dentro de esa tendencia general, cada compra y venta responde a decisiones del momento, entonces, en cada uno de los casos, tenemos una sucesión de eventos: compro, vendo, compro, compro; así que pueden ser considerados aleatorios e independientes.

–Lo cual la hace impredecible.

–Bueno, ahí está la cosa, el punto central. Piense en la moneda. Si bien un resultado de tirarla al aire es totalmente impredecible cuando uno la tira al aire una o dos veces, cuando uno piensa en cien o mil tiradas, es **extremadamente** predecible. Cuando uno la tira cien veces, el número de caras va a estar entre 45 y 55 con probabilidad 90 por ciento.

–Entonces, se podría predecir el comportamiento de la bolsa.

–Los que se ocupan específicamente de eso dicen que sí. Ultimamente se está usando un modelo llamado del "black scholl", que usa el lanzamiento de la moneda como modelo de base.



Canibalismo a la Neanderthal

POR M. R.

El hombre de Neanderthal, *Homo neanderthalensis*, es uno de los ensayos evolutivos más curiosos de la gran aventura humana. Estos homínidos corpulentos, de frentes protuberantes y grandes cerebros, aparecieron en Europa hace unos 200 mil años. Y allí vivieron tranquilamente, hasta que desaparecieron hace 30 mil, probablemente a manos del hombre moderno, el Homo Sapiens. Distintas evidencias sugieren que ellos fueron los primeros que enterraron a sus muertos, muchas veces junto a adornos, armas y herramientas (lo que podría llevar a pensar que creían en la vida después de la muerte). Y también utilizaron el fuego para cocinar la carne de los animales que cazaban: ciervos, osos y mamuts. Esa era su dieta cotidiana. Pero ahora se ha descubierto que el menú de los Neanderthal ofrecía una variante desconocida, y macabra: a veces, también se comían entre sí.

LA CUEVA FRANCESA

Todo comenzó en 1991, cuando el arqueólogo Alban Defleur, de la Universidad del Mediterráneo, en Marsella, Francia, comenzó una serie de excavaciones en la cueva Moula-Guercy, al sudeste de su país. Con el correr de los años, el paciente trabajo del científico francés y su equipo tuvo su premio: una colección de 78 piezas óseas fosilizadas, pertenecientes a dos adultos, dos adolescentes y dos niños Neanderthal. De yapa, aparecieron algunas herramientas de piedra, y los huesos de varios animales. Aunque no pueda ser considerado como el hallazgo paleontológico del siglo –en varios lugares de Europa y Oriente ya se habían encontrado montones de restos de la especie–, en este caso las piezas de Moula-Guercy escondían una sorpresa muy especial.

HUESOS QUE HABLAN

Los seis esqueletos, que no estaban completos, fueron datados en alrededor de 100 mil años de antigüedad. Por lo tanto, pertenecen a la época de oro de los Neanderthal. La mayoría de los huesos estaban rotos (especialmente los cráneos y los de los miembros), pero teniendo en cuenta su antigüedad, eso no sería nada raro. Lo que sí llamó la atención fue otra cosa: muchos de ellos tenían tajos, rajaduras y rayones por todas partes, y algunos bastante profundos.

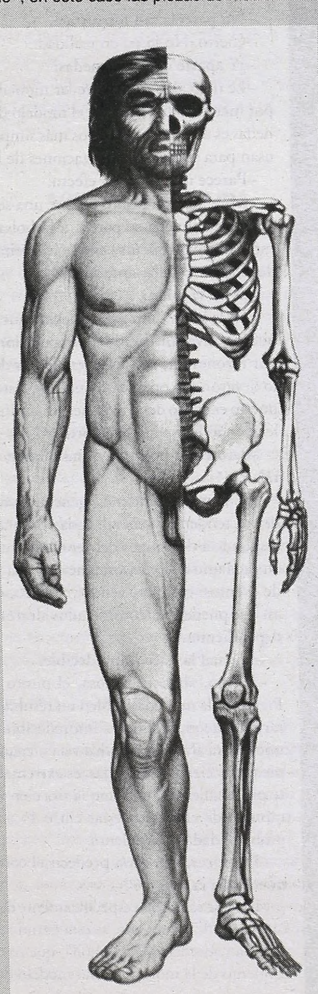
A fines del año pasado, el arqueólogo francés le pidió una manito a Tim White, un paleontólogo de la Universidad de California, Estados Unidos. Ambos examinaron minuciosamente las extrañas marcas. Y su conclusión fue sorprendente: los huesos no estaban rotos ni rajados por casualidad. En realidad, habían sido golpeados y cortados a propósito, con piedras afiladas... La teoría del canibalismo Neanderthal comenzaba a tomar forma.

Ahora bien: ¿por qué no pensar que los pobres homínidos habían sido devorados por animales de su época? Pero resulta que los fósiles no tienen señales de mordeduras. Además, y según la experta mirada de Defleur y White, daría toda la impresión de que los huesos de las piernas y de los brazos fueron separados y cortados. Y sus músculos y tendones, arrancados. Pero hay otro detalle: junto a los restos de los pobres Neanderthal, se encontraron varios huesos de ciervos rojos que tenían las mismas marcas de golpes y cortes. Así, la cosa parece cerrar: alguien cortó los huesos (humanos y de los ciervos) con las mismas herramientas de piedra. "Si concluimos en que los restos de los animales son los sobras de una comida –dice Defleur–, estamos obligados a extender la misma conclusión para los restos humanos." Y teniendo en cuenta que hace 100 mil años los Neanderthal eran los únicos habitantes del sudoeste de Europa, no había mucho que pensar: los caníbales fueron otros Neanderthal. Pero ¿por qué lo hicieron?

¿SUPERVIVENCIA O RITUAL?

Algunos expertos –como el antropólogo Erik Trinkhaus, de la Universidad de Washington– han propuesto que, tal vez, los Neanderthal de Francia enfrentaron una terrible escasez de alimentos en aquellos tiempos de la Edad de Hielo. Y eso los llevó al extremo de comerse a sí mismos. Pero White no opina lo mismo: "En la zona de Moula-Guercy había muchos animales y, por lo tanto, el escenario de la supervivencia es improbable". Según él, esos restos delatarían algún tipo de rito: quizá, los seis individuos murieron naturalmente, y sus pares se los comieron para "incorporarlos" a sí mismos. O para "apropiarse" de su fuerza y espíritu. Por lo tanto, se trataría de un acto simbólico que revelaría "un comportamiento intelectual muy elaborado, dice White. Es difícil estar seguros sobre este punto, pero en otros lugares de Europa y Cercano Oriente también se han encontrado claras evidencias de rituales Neanderthal, aunque bastante más delicados. En Irán e Israel, por ejemplo, se descubrieron fosas con esqueletos completos de la especie, acompañados de adornos, armas y herramientas: entierros claramente intencionales.

Durante los últimos meses, la teoría del canibalismo a la Neanderthal –por necesidad o por ritual– se ha fortalecido con nuevos estudios y nuevas evidencias. Las investigaciones continúan y continuarán. Es más: ya hay quienes sospechan que esta aterradora costumbre podría remontarse a épocas mucho más tempranas en la historia de la evolución humana. El tiempo dirá.



Las matemáticas y el azar



Lo curioso es que todo el mundo que juega a la bolsa usa este modelo, y entonces la bolsa se comporta como lo predice este modelo. Pero dejemos la bolsa porque yo no me ocupo específicamente de eso, aunque le comento que los que se ocupan de eso ganan bastante plata.

–¿Jugando?

–Mmmm... No sé si jugando, o haciendo modelos para las compañías que sí juegan.

SISTEMAS DE PARTICULAS

–¿Y de qué se ocupa específicamente?

–Soy especialista en lo que se llama "sistemas de partículas".

–Suena a física...

–Sí. Pero es matemáticas, aunque si quiere, empiezo con un ejemplo relacionado con la física, el ejemplo de la hidrodinámica. Tengo un dique que mantiene el agua embalsada. Se rompe el dique y se produce una onda perfectamente ordenada.

–Y catastrófica.

–Sí, pero ahora piense lo siguiente. Cada una de las moléculas sólo interactúa con las moléculas que la rodean, tiene un comportamiento, digamos, local, no "sabe" por así decirlo que tiene que formar una ola con una forma bien definida. Su comportamiento es puramente local y aleatorio. ¿Cómo puede ser que a partir de la acción individual, local y aleatoria de cada una de las moléculas, salga siempre una onda bien definida? Bueno, la teoría de sistemas de partículas estudia modelos matemáticos que tratan de deducir, a partir de reglas locales, que envuelven dos o tres moléculas, que son impredecibles, con comportamientos globales, que son predecibles y por lo tanto no aleatorios. Esto es lo que en probabilidad se llama ley de los grandes números; en otras palabras, cuando uno suma una serie de fenómenos aleatorios e independientes obtiene un resultado determinístico, como el que lo conté antes con el lanzamiento de la moneda.

EL MODELO DEL VOTANTE

–Y, curiosamente, algunos de esos modelos son utilizados en por ejemplo, sociología o marketing... Por ejemplo, el modelo del votante.

–A ver.

–Este es un modelo muy simple. Uno puede imaginar que tiene una ciudad donde cada individuo es un votante, que para simplificar vamos a decir que tiene cuatro vecinos y aparte, y que en promedio, una vez por día, o por mes, o por año, el votante elige al azar a uno de sus cuatro vecinos y adhiere a la opinión de su vecino, independientemente de la suya precedente. Se puede demostrar que cualquiera que sea la distribución inicial de opiniones, a medida que el tiempo va avanzando, habrá unanimidad: una de las opiniones en juego terminará por imponerse a todo el mundo. Y, curiosamente, si el número de vecinos es seis en vez de cuatro, no se avanza necesariamente hacia la unanimidad sino a la coexistencia de opiniones en proporciones iguales a aquellas iniciales.

–Sólo que, en la realidad, quien adhiera a la opinión de un vecino, no lo hace al azar.

–Bueno, es evidente que ese modelo no representa el comportamiento real de los votantes de una sociedad, pero da indicios. Y no es descartable que se puedan introducir variables extra de tal manera que esto represente mejor la realidad. Una de las cosas que habría que agregar es lo que se llama "campo medio", porque un votante, o un individuo o un lector, no sólo cambia mirando la opinión de su vecino sino mirando la sociedad como un todo, a través de los medios de comunicación, etcétera...

–No me extrañaría que ya lo estén haciendo algunas consultoras.

–No.

INCENDIOS

–También hay un modelo que refleja el comportamiento de los incendios. Imagínese un bosque que tiene cien árboles por hectárea, distribuidos aleatoriamente. Si el fuego en este bosque empieza en algún lado, se va a propagar. Sin embargo, si en lugar de tener cien árboles por hectárea tengo noventa y el fuego empieza en algún lado, va a quedar confinado en una región y el bosque se va a salvar. Lo curioso es que hay un valor exacto, que es 95 por hectárea, de tal modo que si hay 94, fuego confinado; si hay 96 por hectárea, el bosque se quema. Este es fenómeno es muy estudiado en física y también en probabilidades y se llama transición de fase. Un pequeño cambio cuantitativo del parámetro densidad produce un brutal cambio cualitativo del comportamiento global.

–Bueno, es como las transiciones de fase en el agua: menos de cien, líquida; más de cien, vapor.

–Un fenómeno relacionado a éste es el fenómeno de las avalanchas. Un grano de arena más, en una pila de arena, produce no la caída de dos o tres granitos sino tal vez la caída de miles de millones de granos de arena de la pila. La diferencia entre la pila de arena y el incendio es que la situación crítica se organiza sola, se autoorganiza.

–¿Por qué?

–Porque se van poniendo los granitos de tal manera que finalmente se derrumba todo. Bueno, es el mismo fenómeno que el castillo de cartas; este fenómeno muy estudiado en física es uno de los grandes desafíos para los probabilistas. Y se llama "Pilas de arena". El de la percolación...

PETROLEO

–¿Qué significa percolación?

–Percolación es cuando sale el petróleo a través de la piedra, y se empezó a estudiar por eso. Los ingenieros querían saber si se iba a poder extraer petróleo a través de piedra porosa. Entonces uno puede pensar que la piedra está llena de burbujas de aire distribuidas aleatoriamente, como los árboles del bosque, y que el petróleo sale si encuentra un "camino de burbujas". Y lo que ocurre es que si la densidad de burbujas es mayor que un cierto valor crítico, el petróleo pasa, si no, no pasa, lo mismo que el fuego en el bosque.

–Bueno, que el petróleo esté relacionado con el fuego no es demasiado sorprendente.

–No, pero hay que admitir que es una forma no usual de relación.

EMBOTELLAMIENTOS

–Pero, en realidad, yo trabajé más en problemas de embotellamientos. Y es así. Yo vengo por una autopista a 80 km por hora y veo pocos autos a mi alrededor. De repente el auto de adelante frena, yo freno, y en un segundo pasé a veinte kilómetros por hora y estoy rodeado de autos. Y entonces en la autopista hay dos regiones claramente separadas, una con muchos autos a poca velocidad, y otra de pocos autos a mucha velocidad. Y lo interesante es que la frontera entre esas dos regiones se está moviendo.

–Pero no a la misma velocidad que los autos.

–No, claro que no. El instante en que yo puse el pie en el freno fue cuando esa frontera pasó por mí. Entonces, lo que hice fue estudiar un modelo matemático que captura este comportamiento y que permite predecir o estimar el comportamiento del tránsito. Yo no lo hice especialmente para aplicar, pero sé que utilizando este tipo de modelos se organiza el tránsito en algunas ciudades de Alemania.

–Supongo que este tipo de modelos se puede simular muy bien en una computadora.

–Sí, y, complicándolos a voluntad, se pueden obtener modelos muy precisos del comportamiento del tránsito, y por lo tanto se pueden simular alternativas. Si construyo un puente acá o allá, o si cierro una calle. Lo meto en la computadora y veo qué pasa. Es interesante que este modelo haya aparecido en física en la década del '30 como modelo de transporte de electrones. Lo que probé es una propiedad central, que es la que permite estudiar y modelar el compor-

tamiento de esa frontera.

MODELOS DE CRECIMIENTO

–Hay modelos de partículas que son interesantes para los biólogos.

–Supongo que para la propagación de una infección, o algo así.

–Sí. Imagínese que cada célula tiene cuatro vecinos, y que inicialmente una célula está infectada. En el instante uno, una de las cuatro vecinas de la célula infectada se infecta y ahora hay ya seis vecinos que se pueden infectar. En el instante dos, uno de esos seis, elegido al azar, en el instante tres, uno de los vecinos de los infectados elegido al azar se infecta, y así vamos... Cuando el número de infectados es grande–diez millones, digamos–, uno puede ver la forma del área infectada, que es a ojo desnudo un círculo... En realidad no es un círculo exactamente, está un poquito achatado... Esto es lo que se llama un "teorema forma" en probabilidad... Este modelo probablemente describa la propagación de un cáncer, aunque no me hago responsable de las aplicaciones, porque yo me ocupo de probar los teoremas, de los cuales el uso inmediato no siempre es evidente, como con todas las cosas de matemáticas.



–Este se debe llamar "modelo de crecimiento". Me di cuenta por el epígrafe.

–Qué sagaz, ¿eh? Hay una variante del modelo de crecimiento que es el modelo de contacto: cada uno de los vecinos de los infectados tiene una probabilidad p de infectarse y el infectado puede curarse, también con una probabilidad q. Aquí la infección se mueve, avanza como un frente, dependiendo del valor de p. Y si p es mayor que un cierto valor crítico, la infección puede sobrevivir, pero si p es menor que ese valor crítico, la infección no prosperará, seguramente. Aquí aparece de nuevo la transición de fase.

–Eso es de sentido común.

–Eso es de sentido común. Pero los matemáticos nos ocupamos de probar que ese sentido común tiene un punto crítico, o sea que hasta cierto punto pasa una cosa y después de ese cierto punto pasa la otra. Y eso ya no es de sentido común. Fíjese que este modelo describe la propagación de una epidemia, o de una población, uno puede pensar que la infección son individuos que se reproducen. Ahora, cuando uno dice que la infección crece, o que la población crecerá, se está imaginando que hay un campo, medio, entorno infinito donde eso ocurre, pero bien sabemos que los recursos son finitos.

–¿Y entonces?

MEJILLONES Y CASINOS

–Y entonces, cuando uno observa, por ejemplo, una población de mejillones en una piedra, que podría ser modelada con el proceso de contacto (y que lo fue)... Fíjese que en realidad hay un único estado último, que es la piedra vacía: no hay ningún mejillón, y la cosa queda allí. Pero lo que estamos observando no es el estado final, o estacionario (que sería la piedra vacía), sino un estado casi estacionario que es una especie de compromiso entre el deseo de un proceso supercrítico (es decir, por encima del valor crítico), que tiende a crecer y el número de metros cuadrados de la piedra que lo puede resistir. Una fluctuación de las condiciones atmosféricas puede reducir a la población a cero, que es un estado absorbente, y el sentido que allí queda no puede evolucionar a ningún otro estado. El estudio de este tipo de fenómenos, que se llama medidas casi estacionarias, les interesa a los biólogos.

–¿Y es fatal que toda la población se muera?

–Una de las cosas interesantes es el estudio del tiempo (aleatorio) que va a transcurrir hasta la catástrofe, cuando todo el mundo se muere. Los matemáticos probaron que este tiempo tiene la distribución más aleatoria posible, que es la exponencial. En palabras se puede caracterizar la distribución exponencial diciendo que no envejece. O sea, un individuo que tiene una edad exponencial no envejece, en el sentido de que en cualquier instante de su vida tiene la misma probabilidad de morirse. Eso es lo que pasa con estas poblaciones que son supercríticas en una región finita o limitada.

–¿Y por qué fatalmente va a desaparecer?

–Fatalmente en el sentido matemático.

–Se entiende.

–Sí.

–Aunque esté por encima del valor crítico que tiende a aumentarla.

–Sí. Bueno, como es supercrítica, el parámetro le dice que tiene que sobrevivir, pero la superficie le exige que no crezca más que tanto, y entonces fluctúa. Pero no puede fluctuar siempre, porque alguna vez va a fluctuar hasta cero, y ahí se queda. Es la misma razón por la cual cuando uno va al casino, uno sale. Uno gana, pierde, gana, es decir, va fluctuando, pero cuando se queda sin plata, tiene que salir. En el caso supercrítico, sería así: uno va al casino y tiene una probabilidad de tres cuartos de ganar, pero, por alguna razón, la fortuna no puede pasar de dos millones (es decir, la superficie de la piedra no da para más). Entonces, si uno juega un tiempo suficientemente largo, va a perder todo, porque uno se va a mantener siempre cerca de los dos millones (ya que tiene más probabilidades de ganar que de perder), pero fluctuando. Y alguna vez, en una fluctuación de dos millones, llega a cero, y chau, se tiene que ir porque no puede seguir apostando.

EL PASEO DEL BORRACHO

–Hay un modelo muy famoso que tiene que ver con el movimiento browniano y los movimientos al azar de un borracho, o para ser políticamente correcto: una persona con un índice de alcoholemia alto.

–Ah, sí. Uno tiene que pensar en un borracho que está en una ciudad que tiene una sola calle, y cada vez que llega a una esquina, avanza o retrocede **con la misma probabilidad**. ¿Sale o no sale de la ciudad?

–Ah, ésa es una pregunta ideal para *Final de Juego*. ¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Sale o no sale? La intuición dice que, como avanza y retrocede con la misma probabilidad, en promedio se queda cerca del lugar donde estaba.

–Pero no es así. El borracho tarde o temprano va a salir de cualquier tipo de ciudad. Sólo que si la ciudad sólo tiene diez cuadras, va a tener que recorrer cien.

–Y sale por la misma razón que uno sale del casino.

–Efectivamente, por la misma razón, sólo que aquí las fluctuaciones son igualmente probables para adelante o para atrás. Si usted me creyó que uno salía del casino...

–¿Y el movimiento browniano?

–El movimiento browniano es el movimiento de una molécula en un líquido, y creo que también de una mota de polvo en el aire. Es un problema del siglo pasado: se observó que una molécula en un líquido tenía un movimiento errático, que parecía realizar pequeños saltitos. La interpretación física es que estos saltitos se producían por el golpeteo de las moléculas del líquido. Y bueno, el paseo del borracho y el movimiento browniano es lo mismo, uno se obtiene del otro. El browniano se obtiene del borracho, si uno acelera el tiempo y comprime el espacio. Entonces, cada choque de una de estas moléculas corresponde a una cuadra del borracho después de acelerar el tiempo y comprimir el espacio.

–Ahora, dígame una cosa. ¿Por qué todo esto se llama teoría de partículas?

–Porque cada una de estos modelos se puede imaginar como un conjunto de partículas que saltan de una posición a otra con una cierta probabilidad. En el caso del incendio, el salto del fuego de un árbol a otro, en el caso de los embotellamientos, el salto de un auto de una posición a otra: fíjese que no interesa la trayectoria sino, si el auto "salta" o no.

EL AZAR

–Hablemos un poco del azar.

–Bueno, usted pregúnteme y yo le contesto al azar. Al fin y al cabo, soy un matemático probabilista.

–¿Existe el azar, o es sólo desconocimiento, o una manera de tratar las cosas?

–Hay estudios sobre el lanzamiento de una moneda que, por supuesto, muestran que es determinístico, que si uno controla las variables y sabe todo acerca del movimiento de la moneda, va a poder predecir exactamente el resultado. Pero la menor perturbación de cualquiera de esas variables cambia ese resultado. Y es la imposibilidad del control de las variables lo que llamamos azar...

–Entonces, el azar es desconocimiento...

–En realidad no es una pregunta que formulen los probabilistas. Nosotros nos ocupamos del azar sin preguntarnos sobre su naturaleza última, aunque creo que una cierta intuición sobre el azar es imprescindible para la formulación de resultados matemáticos.

AZAR Y SENTIDO COMUN

–Las leyes del azar son contrarias al sentido común.

–Yo diría que en general no. Puede ser que sean contrarias a una lectura ingenua de los fenómenos. Por ejemplo, que el borracho va a salir de la ciudad. Como el paseante avanza y retrocede con la misma probabilidad, uno tendería a pensar que va a quedarse en el mismo lugar. Pero los probabilistas aprendimos que cualquier suceso que tiene una probabilidad positiva por pequeña que sea va a ocurrir tarde o temprano, como por ejemplo que el borracho elija diez veces ir para a adelante. Y ese hecho forma parte de nuestro sentido común.

–Sin embargo, hay una probabilidad, por pequeña que sea, de que todas las moléculas de aire de esta habitación se junten en un rincón, o de que un vaso de agua se caliente sólo en vez de enfriarse... violando el sacrosanto Segundo Principio de la termodinámica y entonces, tarde o temprano va a ocurrir, y tarde o temprano veremos a todas las moléculas de aire concentrarse en un rincón de la habitación.

–Desde el punto de vista de los probabilistas sí, pero no podemos garantizar que va a vivir suficiente como para verlo. Por ejemplo, para que el borracho haga cien pasos para adelante seguidos, hay que esperar dos a la cien, que es un billón de billones de billones de pasos, y para que se junten las moléculas de aire debe ser trillones de trillones de trillones de veces (en realidad muchísimo más, pero quedaría mal) la edad y la duración posibles del Universo. Podemos vivir tranquilos.

NOVEDADES EN CIENCIA



¿FRUTAS Y VERDURAS GIGANTES?

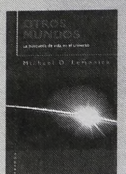
Science ¿Se imagina una cebolla del tamaño de un melón? ¿O una ciruela tan grande como un pomelo? Bueno, dentro de unos años, semejantes cosas podrían comenzar a aparecer en las góndolas de los supermercados. Al menos, eso es lo que sugiere un grupo de genetistas estadounidenses, que acaba de detectar el gen principal que determina el tamaño de los tomates. El descubrimiento, que por sus implicancias podría ser trascendental, no vino de un día para el otro: desde hace meses, Steven Tanksley y sus colegas de la Universidad de Cornell, en Nueva York, vienen explorando la estructura genética de los tomates. Y así dieron con un gen muy particular, al que bautizaron con el extrañísimo nombre de ORFX y que, según parece, controla el proceso de la división celular en una etapa muy temprana del desarrollo del fruto. Más allá del descubrimiento puntual, estos investigadores notaron algo sumamente interesante: al revisar sus bases de datos, encontraron una notable similitud entre ORFX y otros genes de muchas otras especies vegetales. "Creemos que, en realidad, el gen ORFX forma parte de una familia de genes mucho más grande, y que hasta ahora desconocíamos", dice Tanksley. Y si bien es cierto que la cosa todavía está en pañales, estos científicos creen que el estudio y, fundamentalmente, la manipulación de estos genes, sería la llave maestra para controlar el tamaño de las distintas partes de una planta. Y entre ellas, sus frutos. Papas gigantes, zanahorias gigantes, manzanas gigantes... puede ser. Pero ¿qué tal si a alguien se le ocurre probar con las sandías?

INTERNET EN LOS AVIONES

Discover El crecimiento mundial de Internet es realmente asombroso, y por si fuera poco, muy pronto, la red de redes también llegará a los aviones. Así es: hace poco, la compañía Boeing anunció su decisión de instalar conexiones individuales a Internet en los apoyabrazos de sus aviones. De esa forma, todos los pasajeros de sus aviones podrán navegar por red, chequear sus E-mails, y hasta ver televisión mientras están en el aire. Claro que para eso también necesitarán llevar sus propias computadoras *laptop*. Según los voceros de la súper constructura de aviones, el novedoso sistema de Internet aéreo –conocido como *Connexion by Boeing*– se estrenaría en noviembre o diciembre de este año. Al principio, sólo funcionaría en los aviones que vuelen sobre América del Norte. De todos modos, la idea es extender el servicio a los vuelos intercontinentales. Llevar Internet a los aviones no es nada sencillo: la Boeing instalará antenas especiales en sus naves, y los enlaces se realizarán mediante unos cuantos satélites. Se trata, sin dudas, de un proyecto bastante ambicioso. Pero esta aventura cuenta, además, con socios pesados, entre ellos, la cadena de noticias CNN, y dos grandes empresas japonesas de electrónica: *Mitsubishi Avionics Systems Corporation* y *Mitsubishi Electric Corporation*. Si el sistema funciona, es muy probable que otras fábricas de aviones imiten la iniciativa de Boeing.

LIBROS Y PUBLICACIONES

OTROS MUNDOS
La búsqueda de vida en el universo
Michael D. Lemonick
Editorial Paidós, 267 páginas



Dudosos meteoritos marcianos aparte, la búsqueda de vida fuera de la Tierra, ha dado incluso lugar a una disciplina llamada "exobiología", y es tratada con muchísima seriedad por una cohorte, o mejor, un grupo aceptable de científicos que se dedican exactamente a eso. Es el tema de este libro, que combina desde desarrollos teóricos como la ecuación de Drake (una fórmula altamente –y tal vez solamente– conjetural que estima la probabilidad de existencia de vida, e incluso de vida inteligente), hasta la trabajosa búsqueda de planetas extrasolares (ya que se supone que es en ellos donde podrían darse las condiciones aptas para la vida, por lo menos en los términos en que la imaginamos nosotros), hasta los vastos programas de escucha (como por ejemplo el SETI) que rastrean el cielo en búsqueda de una señal que pueda tomarse como "inteligente" y cuáles son los rasgos que permitirían detectar esa señal, diferenciándola del ruido de fondo general del universo. Así, desfilan ante el lector los observatorios y los telescopios más grandes y potentes del mundo, y la cocina –verdaderamente– de un área atractiva de la investigación astronómica y cosmológica. Pero vale una advertencia: los científicos en su salsa no siempre son tan entretenidos como los títulos de lo que investigan; lo que Kuhn llamó "ciencia normal", con su cadena de observaciones, corroboraciones y falsificaciones, y algún resultado sorprendente en medio de miles de falsas alarmas, no va de sorpresa en sorpresa, sino que a veces es tediosa, lenta y frustrante. Vale la pena saberlo y leerlo, y vale la pena estar al tanto del "estado de la cuestión" en un tema de frontera, que limita por un lado con la fantasía y por otro con secretos anhelos. ***L.M.***

ASTRONOMIA **SE PODRA VER DESDE TODO EL PAIS, PERO CON BINOCULARES**

Un cometa con algunos desafíos

POR MARIANO RIBAS

Es un mazacote de hielo, roca y polvo. Tiene el tamaño de una pequeña montaña, y viene de los rincones más remotos del Sistema Solar: en estos días, el cometa LINEAR está de visita y es el más brillante desde 1997.

Pero a no confundirse, porque a pesar de lo que se ha dicho en algunos medios, se trata de un objeto difuso, y prácticamente imposible de ver a simple vista. De todos modos, el cometa está al alcance de unos buenos binoculares: sólo hace falta buscar un buen lugar de observación, y saber cuándo y hacia dónde mirar.

DESCUBRIMIENTO ROBOTIZADO

Los cometas suelen llevar el apellido de sus descubridores. Pero LINEAR no es ningún apellido: en realidad, es la sigla –en inglés– del plan de búsqueda de asteroides del Laboratorio Lincoln, en Nuevo México, Estados Unidos. Allí, y desde 1998, un telescopio robot explora el cielo buscando objetos *sospechosos*. Y hasta hoy, ha encontrado cientos, mayormente asteroides, que son su objetivo principal. Pero ahora sólo nos importa uno: durante la madrugada del 27 de septiembre de 1999, esta joyita tecnológica detectó un puntito de luz que cambiaba ligeramente de posición. Durante los días siguientes, el telescopio siguió monitoreando al posible asteroide hasta que a principios de octubre, varios astrónomos se largaron a la cacería, y confirmaron que, en realidad, se trataba de un cometa (su imagen era difusa, y no puntual).

Al poco tiempo, los distintos cálculos de su órbita arrojaron un dato muy interesante: a fines de julio del 2000, el cometa pasaría relativamente cerca de la Tierra y por eso, probablemente, podría verse a simple vista. Por entonces, la criatura estaba, todavía, a varios cientos de millones de kilómetros de la Tierra y fue bautizado con un nombre de catálogo: Cometa 1999 S4/LINEAR. Para nosotros, LINEAR, a secas.

GRAN EXPECTATIVA

Los cometas brillantes son espectáculos imperdibles. Y si bien es cierto que ningún astrónomo había pronosticado un gran show, muchos esperaban que el LINEAR fuese bastante llamativo. Por otra parte, ya habían pasado unos años desde las visitas de los grandes cometas de los últimos tiempos: el *Hyakutake* (1996) y el *Hale-Bopp* (1997). Y es por eso que había "hambre" de cometas visibles a simple vista, especialmente entre los astrónomos aficionados de todo el mundo, que durante los últimos meses siguieron la evolución del LINEAR con voluntariosos telescopios. Inclusive se abrió en Internet una página especialmente dedicada al nuevo visitante (**www.cometlinear.com**). Pero en las últimas semanas, el globo se fue desinflando cada vez más: a pesar de su creciente cercanía, el cometa brillaba menos de lo que se esperaba y su cola de gas y polvo –el clásico estigma de los de su especie– no era gran cosa. En cierto modo, era un fiasco, pero así y todo, en materia cometaria, el LINEAR es lo mejorcito de los últimos tres años.



EL COMETA LINEAR PUEDE VERSE CON BINOCULARES.

¿SE ANIMA A BUSCARLO?

Y bien, el 23 de julio el cometa pasó a su mínima distancia de la Tierra: 56 millones de kilómetros (casi 150 veces más lejos que la Luna). Y tres días más tarde, el miércoles pasado, alcanzó su máximo acercamiento al Sol (el perihelio), a 114 millones de kilómetros. Por lo tanto, y a pesar de que estos números puedan impresionar, el LINEAR está en su mejor momento... ¿Se anima a buscarlo? Ojo que la cosa no es fácil: a pesar de lo que se dijo en algunos noticieros, no se verá tan a simple vista, al menos en las ciudades, donde los cielos están saturados de luz. Esté donde esté, la formula para ver al cometa tiene tres ingredientes fundamentales: un cielo bien oscuro y estrellado como el del campo, unos buenos binoculares, preferentemente grandes, de 7x50 o 10x50, y además mucha paciencia.

AL ANOCHECER Y AL NOROESTE

Ahora bien: ¿cuándo y dónde hay que mirar? El LINEAR está cómodamente colgado en el cielo del anochecer. Hay que buscarlo a partir de las 7 de la tarde (cuando ya está oscureciendo), mirando casi exactamente al noroeste (una brújula lo ayudará), a una altura de 20 a 25 grados por encima del horizonte. En los próximos días, el cometa subirá un poquito más: el lunes ya estará a 30 grados de altura, también a las 7 de la tarde, y en el noroeste (pero su brillo irá menguando progresivamente). De todos modos, lo mejor es "barrer" la zona con los binoculares. Y si allí tropieza con una manchita borrosa, seguramente lo habrá encontrado. Incluso, hasta es posible que vea la cola. En ese caso, ya no tenga dudas: grite ¡piedra libre!, y festeje. Buena suerte.

AGENDA CIENTIFICA

CIENCIAS VETERINARIAS
Los días 22 y 23 de agosto se llevará a cabo el *Primer Curso de manejo quirúrgico de fracturas en pequeños animales*, dentro del ciclo de cursos de la Facultad de Ciencias Veterinarias 2000. Para mayor información: tel. 4524-8400/8402.

E-MAILS CON MANUEL BELGRANO
A partir del próximo 5 de agosto usted podrá mantener correspondencia con Manuel Belgrano. María Esther de Miguel le pondrá la letra en este caso y la correspondencia mantenida será publicada en la página web de la Dirección General de Bibliotecas de la Ciudad de Buenos Aires. Dirección: www//buenosaires.gov.ar/cultura/biblioteca link: *El e-mail llama dos veces. Correo con escritores del pasado*

TEATRO: FRANKIE (DE LOS FRAGMENTOS A LA UNIDAD)
El próximo sábado 5 a las 20.30 hs. estrena la obra de teatro *Frankie (De los fragmentos a la unidad)* realizada por el grupo *Periplo Compañía Teatral*. La obra utiliza como disparador la historia de Frankenstein, que incorpora a los procesos de deshumanización, corrupción, manipulación de las personas y la crisis de valores que se producen en la actualidad. Teatro Astrolabio, Av. Gaona 1360, Capital Federal. La entrada sale ocho pesos.

FINAL DE JUEGO

donde la policía y los filósofos, sin aclarar el enigma de las tres cajas, llegan al barrio de las antigüedades y se encuentran con un panorama desolador

POR L.M.

La calle de los obreros anticuarios se repetía, como diseñada por un urbanista loco. Creyeron pasar dos veces por el mismo sitio sin darse cuenta, y esta reiteración, completamente innecesaria, los llenó de inquietud. Casas bajas e idénticas se acumulaban, con zaguanes profundos y puertas enrejadas. Sentadas en los umbrales, unas mujeres gordas se abanicaban con pantallas de papel. En las veredas algunos hombres se movían dudosamente, sonámbulos, como si les faltara materia resistente, algo que les diera dureza y mantuviera erecto el esqueleto. Las dentaduras estaban carcomidas y torpemente arregladas. El plomo asomaba aquí y allá. Cada tanto, una amalgama desprendida dejaba al descubierto inmensas cavernas dentales. Eran caries geológicas, capaces de nutrirse del alimento escamoteado a los cuerpos. Eran seres comidos por sus propios dientes, un anticipo sutil pero moderado de la antropofagia. En todos los ojos flotaba la nostalgia de un pasado poblado de antigüedades. Pasaron sin mirarlos, pero ellos los miraban. Usaban largos bastones rematados en cruces medievales y eran idénticos en todo. Mostraban interés por ellos, como un pueblo primitivo que se acerca a adorar al explorador que piensa someterlos. Cuando ellos caminaban, trotaban detrás. Si se detenían, se detenían también. El comisario inspector eligió uno al azar y quiso interrogarlo, pero instantáneamente, el ritmo con que se apantallaban las matronas disminuyó hasta extinguirse de a poco. De todas maneras, era innecesario, ya que no hacía calor. Dijo llamarse Avelino Andrade, y lo decía en serio, porque hasta su propio nombre parecía atormentarlo: era sólo una nomenclatura, es cierto, pero cargada de implicaciones peligrosas. Hacía ya dos meses que estaban sin trabajo. La fábrica había cerrado repentinamente y ellos sólo subsistían de sombras.

–¿Por qué se cerró la fábrica?

–No lo sabemos –dijo Avelino Andrade–. Aunque tenemos nuestra teoría. –Pero no les explicó la teoría. Los bastones se movían al compás de las sílabas, creando una terrible armonía de toc-tocs–. Lo cierto es que desde entonces estamos sin trabajo.

–¿Y el sindicato qué dice?

–¿El sindicato? No dice nada. La CGT se ha burocratizado hasta un extremo tal que ni siquiera creo que se hayan enterado.

–¿Y ustedes tampoco hicieron nada? –preguntó Kuhn.

El silencio que siguió fue repentino. La sola pregunta sonaba amenazadora. Los obreros se dispersaron. Las matronas entraron en los zaguanes profundos. Frente a nosotros, solo y temblando, Avelino Andrade parecía un sobreviviente.

–Sí —dijo al fin—. Formamos un sindicato combativo. Yo lo presido.

–¡Un sindicato combativo! –los cinco filósofos se quedaron estupefactos.

–A la policía le encantan los sindicatos combativos –dijo el comisario inspector–. Nos garantizan que no tendremos desocupación. Pero ¿sabe lo que pasa? Que este diálogo con un probabilista, que cuenta la historia del borracho que sale o no sale de la ciudad, no nos permite dar la solución del problema de las tres cajas, y entonces divagamos.

–¿Las tres cajas? –se asombró Avelino Andrade–. A nosotros, los obreros de antigüedades, nos asombra la paradoja de las tres puertas.

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿Por qué el diálogo con un matemático impide dar la solución del problema de las tres cajas? ¿Y en qué consiste el enigma de las tres puertas?